

## PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM SUSUNAN PEGAS DALAM PEMBELAJARAN FISIKA PADA MATERI ELASTISITAS

**Choirul Fatmawati, Prabowo**

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya  
Email: fatzmha@gmail.com

### Abstrak

Jarangnya dilakukan praktikum mengenai susunan pegas pada materi elastisitas dan belum adanya alat praktikum yang terintegrasi dalam satu alat pada topik ini menjadikan alat praktikum susunan pegas perlu untuk dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat praktikum susunan pegas yang layak dalam pembelajaran fisika pada materi elastisitas. Metode penelitian menggunakan model ADDIE yang telah dikembangkan oleh Reiser dan Molenda. Tahapan yang dilakukan dimulai dari tahap analisis (*Analysis*), tahap perencanaan (*Design*), tahap pengembangan (*Develop*), tahap implementasi (*Implement*), dan tahap evaluasi (*Evaluate*). Hasil penelitian memperoleh validitas alat dengan kategori sangat valid yang berdasar pada persentase rata-rata validasi konstruk oleh para ahli sebesar 88% dan taraf ketelitian alat praktikum secara umum >98%. Selain itu, alat praktikum susunan pegas yang dikembangkan praktis untuk digunakan sebagai media pembelajaran berdasar pada hasil persentase keterlaksanaan pembelajaran dan respons peserta didik yang secara umum mencapai >81% dengan kategori sangat kuat. Hasil penilaian kognitif meningkat secara signifikan dilihat dari *pre-test* dan *post-test*, sehingga alat praktikum susunan pegas yang dikembangkan dapat dikatakan efektif untuk digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi elastisitas. Nilai rata-rata hasil belajar terintegrasi dari kelas uji coba sebesar 73, 74, dan 79 dengan kategori baik. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa alat praktikum layak digunakan dalam pembelajaran fisika pada materi elastisitas karena memenuhi dari segi valid, praktis, dan efektif.

**Kata Kunci:** kelayakan alat praktikum, media pembelajaran, susunan pegas.

### Abstract

It's rarely to do a lab work about structure spring and there's not instrument lab work yet about this subject which integrated in one apparatus renders this instrument lab work need to be developed. This research aims to develop instrument lab work of the structure spring, which are properable in learning physics on elasticity subject. Using methods of ADDIE model which had been developed by Reiser and Mollenda. The phases which are executed starting from the analysis (*Analysis*), the planning stages (*Design*), developmental stages (*Develop*), the implementation stages (*Implement*) and the evaluation stages (*Evaluate*). The results of this study getting instrument validity which has perfectly valid category based on the percentage of the average construct validation, by authorities amount of 88% and the level of accuracy instrument in general is >98%. Furthermore, this instrument lab work of the structure spring which developed impracticable for using as a learning media, based on the outcome of the percentage of the implementative learning and the response students reach >81% which strong category. The cognitive score from the results of pre-test and post-test increased significantly so that instrument lab work of the structure spring which developed can be explained effective to use as a learning physics media on the matter elasticity. The average study results integrated from treatment class acquire score are 73, 74 and 79 with good category. The conclusions from this study is the instrument lab work of the structure spring proper to use as media in learning physics on matter elasticity subject because it fill in terms of valid, practical and effective.

**Keywords:** feasibility instrument lab work, learning media, the structure spring.

## PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia masih dalam tahap yang belum bisa dikategorikan berkembang dengan baik. UNESCO (2015) mengeluarkan *Education For All (EFA) Global Monitoring Report* tahun 2015 mengenai “*Education For All 2000-2015: Achievements and Challenges*” yang memuat di dalamnya EDI (*EFA Development Index*). EDI merupakan indeks yang memungkinkan evaluasi dari seluruh kemajuan ke EFA dengan nilai standarnya mengacu pada komponen pendidikan dasar universal, dewasa melek aksara, kesamaan dan persamaan gender serta kualitas pendidikan. Nilai indeks ini menempatkan Indonesia pada peringkat 68 dari 113 negara tahun 2012 sebesar 0,937 berkategori medium. Indeks tahun 2012 ini naik dari tahun sebelumnya yakni di posisi 69 dari 127 negara dengan nilai EDI sebesar 0,934 menurut kutipan artikel oleh Kemenag (2013). Namun jika dibandingkan sejak tahun 1999 nilai yang dimiliki Indonesia ini masih tergolong kurang dan peningkatan yang terjadi tergolong sedikit.

Peningkatan kualitas pendidikan sebagai usaha untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan pemerintah dengan mengembangkan kurikulum baru yaitu kurikulum 2013. Kegiatan pembelajaran pada kurikulum ini menekankan pada pendekatan ilmiah (*Scientific approach*) yang memerlukan pembelajaran penunjang peserta didik dalam memperoleh pengetahuannya sendiri (Kemendikbud, 2013). Proses untuk memperoleh pengetahuan ini salah satunya dapat dilakukan dengan melakukan penyelidikan ilmiah melalui percobaan atau praktikum.

Fisika sebagai salah satu bagian dari ilmu sains dengan pemerolehan pengetahuan secara empiris, atau pengamatan langsung kejadian di alam, juga memerlukan ketersediaan alat yang memadai. Kondisi kelengkapan fasilitas laboratorium IPA secara umum berdasarkan data Badan Penelitian dan Pengembangan (BALITBANG) hingga tahun 2005 masih dikategorikan kurang lengkap dan memadai. Terlepas dari kondisi tersebut, pendidikan tentu sebaiknya tetap terselenggara tanpa menunggu kelengkapan fasilitas sehingga dapat menjaga kelangsungan pendidikan IPA melalui praktikum/eksperimen. Maka dari itu penting untuk dikembangkan alternatif alat peraga praktik (APP) IPA yaitu APP sederhana (buatan sendiri) agar pembelajaran IPA dapat berjalan dengan optimal (Kemendikbud, 2011).

Salah satu materi fisika yang dapat dilakukan praktikum adalah elastisitas. Dalam materi ini, banyak percobaan dalam konteks makro yang dapat dilakukan, yakni mencakup pengamatan dan pengukuran besaran

secara langsung, penerapan konsepnya juga dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan telaah sumber serta wawancara pada guru di SMAN 20 Surabaya diperoleh bahwa masih belum ada alat praktikum elastisitas mengenai penentuan konstanta pengganti susunan atau rangkaian pegas yang terintegrasi dalam satu alat. Alat praktikum mengenai hukum Hooke yang ada pada PASCO masih pada pegas tunggal dan penentuannya secara statis, belum ada alat mengenai praktikum hukum Hooke pada susunan pegas non-tunggal yang diintegrasikan ke dalam satu sistem.

Percobaan mengenai susunan pegas penting dilakukan karena pada topik ini masih sering terjadi adanya interferensi memori dengan topik materi susunan hambatan listrik atau resistor pada materi mengenai elektronika. Berdasarkan data hasil penilaian oleh guru di SMAN 20 Surabaya diperoleh sekitar 10-20% peserta didik lupa perumusan antara susunan pegas seri dan paralel akibat rancu antara persamaan perhitungan konstanta pegas pengganti pada susunan pegas dalam materi elastisitas dengan persamaan resistor pengganti pada susunan resistor dalam materi elektronika. Diharapkan dengan memperoleh pengetahuan sendiri melalui praktikum, maka akan lebih diperoleh penguatan memori sehingga interferensi pengetahuan yang terjadi dapat diminimalkan bahkan dihilangkan.

Atas dasar pemaparan tersebut, maka dikembangkan alat praktikum susunan pegas sebagai media pembelajaran fisika pada materi elastisitas. Dari penelitian ini dapat diketahui kelayakan dari alat praktikum yang dikembangkan menurut tinjauan kevalidan, kepraktisan, dan efektivitas serta untuk mengetahui hasil belajar terintegrasi peserta didik setelah diterapkan dalam kegiatan pembelajaran.

Alat praktikum susunan pegas yang dibuat masih dalam penggunaan untuk penentuan nilai konstanta pegas, yang dapat ditentukan dengan cara statis dan dinamis.

Sebuah pegas linier mengikuti hukum gaya ( $F$ )-perpindahan ( $x$ ):

$$F = kx \quad (1)$$

dengan  $k$  merupakan tetapan/konstanta pegas.

Apabila beberapa pegas disusun sedemikian sehingga membentuk suatu sistem susunan pegas maka sistem ini dapat diganti dengan sistem sebuah pegas dengan tetapan/konstanta pegas yang sebanding atau ekuivalen  $k_{eq}$  sehingga persamaan (1) menjadi:

$$F = k_{eq}x \quad (2)$$

Penentuan konstanta susunan pegas menurut teori secara statis menggunakan persamaan (2) tersebut. Untuk membedakan,  $k_{eq}$  pada susunan pegas seri disimbolkan dengan  $k_s$  dan simbol  $k_p$  untuk susunan pegas paralel.

Pada susunan seri berlaku persamaan untuk konstanta pengganti pegas:

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n} \quad (3)$$

sedangkan untuk pegas paralel berlaku:

$$k_p = \sum_{i=1}^n k_i = k_1 + k_2 + \dots + k_n \quad (4)$$

(Kelly, 2012)

Pada penentuan pegas secara dinamis dapat menggunakan persamaan pada gerak harmonik sederhana yang berlaku pada sistem osilasi pegas. Konsep dasar gerak harmonik sederhana digunakan dalam praktikum ini dikarenakan tinjauan materi pada kurikulum yang masih terbatas pada materi ini dan belum merambah pada gerak harmonik teredam. Penentuan konstanta pegas pengganti berdasarkan cara dinamis maka berdasar pada persamaan:

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} \quad (5)$$

(Serway dan Jewet, 2009)

Keterangan:

- $k$  = konstanta pegas
- $m$  = massa beban
- $T$  = periode osilasi pegas

## METODE

Jenis penelitian ini termasuk dalam penelitian pra-eksperimen dengan tipe *One Group Pre-test and Post-test Design*. Prosedur menggunakan model desain instruksional ADDIE (*Analysis – Design – Develop – Implement – Evaluate*) yang telah dikembangkan oleh Reiser dan Mollenda. Sasaran penelitian ini yaitu tiga kelas uji coba sebagai sampel yang diambil secara acak dengan teknik *random sampling* dari populasi yaitu kelas X SMAN 20 Surabaya.

Pada tahap *Analysis* dilakukan analisis penetapan permasalahan dalam pembelajaran fisika sehingga diperlukan alat praktikum, penentuan tujuan instruksional melalui analisis kurikulum, dan analisis karakteristik peserta didik. Pada tahap *Design* dibuat dan dikembangkan desain awal alat praktikum serta perangkat pembelajaran. Pada tahap *Develop* dilakukan proses pembuatan dan validasi alat beserta uji cobanya. Selanjutnya dilakukan penerapan alat dalam kegiatan pembelajaran pada tahap *Implement* dan hasilnya dinilai pada tahap *Evaluation*.

Kevalidan alat ditinjau berdasar validitas konstruk, yakni oleh dua dosen ahli dan seorang guru fisika, serta taraf ketelitian alat. Pada kepraktisan alat dapat diketahui dari hasil keterlaksanaan pembelajaran dengan menggunakan alat praktikum serta angket respons peserta didik. Efektivitas alat dapat ditinjau dari signifikansi hasil *pre-test* dan *post-test*. Penilaian akhir pembelajaran ditunjukkan dalam hasil belajar terintegrasi yang memuat aspek penilaian kognitif, afektif, dan psikomotor.

Hasil penelitian diberlakukan untuk populasi, oleh sebab itu digunakan statistik inferensial untuk menganalisis data sampel. Kesimpulan data sampel yang diperoleh akan memiliki taraf signifikansi dan digunakan uji-t (Sugiyono, 2013). Analisis desain *pre-test* dan *post-test one group design* menggunakan rumus t hitung:

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\sum x^2 d}{N(N-1)}}} \quad (6)$$

(Suharsimi, 2010)

dengan keterangan:

- $Md$  = mean dari perbedaan *pre-test* dengan *post-test*
- $Xd$  = deviasi masing-masing subjek ( $d-Md$ )
- $\sum x^2 d$  = jumlah kuadrat deviasi
- $N$  = Subjek pada sampel

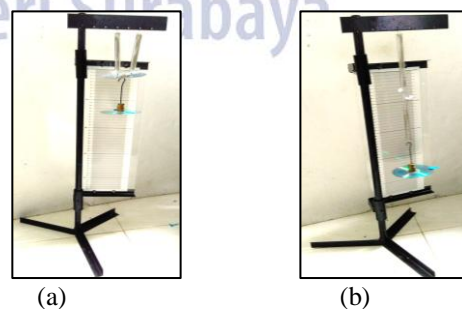
Hasil t hitung kemudian dibandingkan dengan t tabel yang ditentukan pada taraf signifikansi 5% ( $=0,05$ ) dan derajat kebebasan ( $dk$ ) =  $N-1$ . Peningkatan hasil belajar signifikan jika nilai t hitung  $< t$  tabel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian terhadap kelayakan alat ditinjau dari indikator kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan alat yang diuraikan hasilnya yakni sebagai berikut:

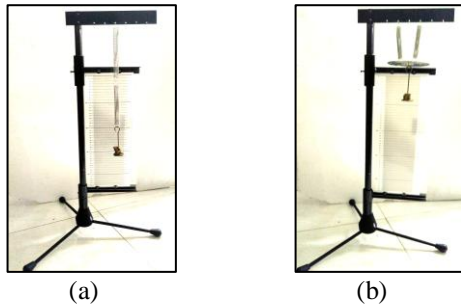
### Validitas Alat Praktikum

Alat praktikum susunan pegas yang telah tervalidasi ditunjukkan seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2. Hasil validasi konstruk berdasar lembar telaah dan validasi dengan total 8 aspek penilaian menghasilkan nilai rata-rata hasil validasi alat sebesar 88% sehingga alat praktikum dapat dikategorikan sangat valid. Dari hasil ini diketahui persentase tertinggi pada aspek kesesuaian alat praktikum dengan materi/bahan ajar serta keamanan penggunaan sebesar 100% dengan kategori sangat baik dan persentase terendah mengenai ketahanan alat mencapai 75% dengan kategori baik.



Gambar 1. Alat Praktikum untuk Penentuan Konstanta Pengganti Susunan Pegas secara Statis pada Susunan Pegas (a) Seri dan (b) Paralel





Gambar 2. Alat Praktikum untuk Penentuan Konstanta Pegganti Susunan Pegas secara Dinamis pada Susunan Pegas (a) Seri dan (b) Paralel

Hasil pengujian alat praktikum untuk menentukan konstanta pengganti susunan pegas secara statis dengan empat macam manipulasi variabel yang berbeda menghasilkan taraf ketelitian berturut-turut diperoleh sebesar 99,88%; 99,88%; 99,87%; dan 99,97% pada susunan pegas seri serta 99,69%; 99,72%; 99,36%; dan 99,34% pada susunan paralel. Pada penentuan konstanta pengganti susunan pegas secara dinamis diperoleh ketelitian berturut-turut sebesar 98,91%; 98,66%; 98,91%; 99,12%; dan 98,81% untuk susunan seri sedangkan untuk susunan paralel 98,43%; 98,82%; 98,55%; 99,07%; dan 99,08%.

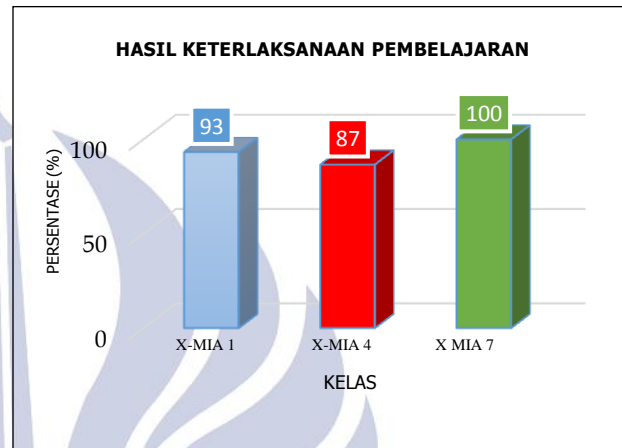
Diperoleh pula nilai persentase perbedaan nilai konstanta pengganti susunan pegas hasil praktikum dan menurut perhitungan teori untuk cara statis mendapat hasil pada susunan seri pegas sebesar 2,178%; 7,536%; 1,870%; dan 0,343% sedangkan pada susunan paralel 1,747%; 0,745%; 0,813%; dan 2,262%. Persentase perbedaan untuk cara dinamis pada susunan seri pegas sebesar 4,4%; 5,9%; 4,4%; 6,7%; dan 4,9% sedangkan pada susunan paralel 18,9 %; 14,8%; 11,1%; 10,7%; dan 10,2 %.

Hasil persentase perbedaan pada susunan paralel dan seri secara dinamis relatif lebih besar dari persentase perbedaan secara statis, sedangkan taraf ketelitian pengukuran secara statis lebih besar dari pengukuran secara dinamis. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran lebih akurat pada percobaan penentuan konstanta pegas secara statis daripada dinamis. Percobaan pada penentuan konstanta pegas secara dinamis sebenarnya lebih kompleks karena sistem ini memiliki banyak batasan pengukuran agar mendekati sistem gerak harmonik sederhana yang ideal. Masih banyak kesalahan paralaks yang dapat terjadi terutama berhubungan dengan kelinieran lintasan periodik gerak. Ditemukan bahwa untuk dapat mencapai sistem yang lebih stabil maka digunakan massa beban minimal di atas 100 gr dan agar

tidak mengubah koefisien elastisitas pegas maka digunakan maksimal pada massa sekitar 200 gr.

### Kepraktisan Alat Praktikum

Dari total 15 rincian pelaksanaan pembelajaran yakni dari aspek kegiatan pembelajaran mulai pendahuluan, kegiatan inti hingga penutup, aspek pengelolaan waktu serta suasana kelas diperoleh hasil akhir penilaian keterlaksanaan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Persentase Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran

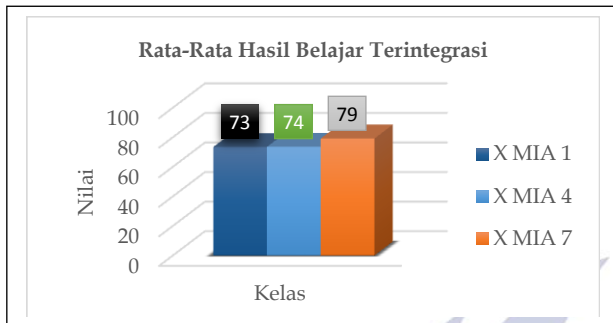
Secara umum diperoleh bahwa keterlaksanaan pembelajaran dan hasil respons peserta didik mencapai persentase >81% sehingga dapat disimpulkan penggunaan alat praktikum susunan pegas sebagai media pembelajaran fisika dapat dikategorikan praktis. Poin utama dalam respons peserta didik yang mendukung hasil kepraktisan ini adalah pertanyaan kedelapan angket respons mengenai kepraktisan alat praktikum susunan pegas untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran fisika pada masing-masing kelas diperoleh sebesar 82%, 87%, dan 85% dengan kategori sangat kuat.

### Efektivitas Alat Praktikum

Nilai  $n\text{-gain}$  berdasarkan nilai rata-rata kognitif dari kelas eksperimen 1 hingga kelas replikasi 2 diperoleh berturut-turut sebesar 0,58; 0,56; dan 0,66 dengan kategori sedang. Dari hasil *pre-test* dan *post-test* kemudian dilakukan uji signifikansi nilai *pre-test* dan *post-test* yang secara umum diperoleh dari ketiga kelas eksperimen bahwa nilai  $t_{hitung}$  jauh lebih besar dari  $t_{tabel}$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan secara signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* peserta didik.

### Hasil Belajar Terintegrasi

Hasil belajar terintegrasi antara ranah kognitif, afektif, dan psikomotor disajikan dalam diagram nilai akhir rata-rata hasil belajar peserta didik pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4 Diagram Nilai Rata-Rata Hasil Belajar Terintegrasi Peserta Didik

Berdasarkan diagram pada Gambar 4 diperoleh nilai rata-rata hasil belajar peserta didik berturut-turut sebesar 73, 74, dan 79. Berdasarkan hasil ini dapat dikatakan hasil belajar peserta didik termasuk dalam kriteria baik.

### PENUTUP

#### Simpulan

Secara umum dapat disimpulkan bahwa alat praktikum susunan pegas yang dikembangkan layak untuk digunakan sebagai media bantu dalam pembelajaran fisika pada materi elastisitas karena memenuhi dari segi validitas, kepraktisan, dan efektivitas, dengan rincian sebagai berikut:

1. Hasil validitas terhadap alat praktikum dikategorikan sangat valid yang berdasar pada persentase hasil validasi konstruk oleh para ahli yakni sebesar 88% dan hasil uji coba alat praktikum menunjukkan taraf ketelitian alat secara umum >98%.
2. Alat praktikum susunan pegas yang dikembangkan praktis untuk digunakan sebagai media pembelajaran berdasar pada persentase keterlaksanaan pembelajaran dan respons peserta didik yang mencapai >81% dengan kategori sangat kuat.
3. Nilai kognitif hasil *pre-test* dan *post-test* mengalami peningkatan secara signifikan sehingga alat praktikum susunan pegas yang dikembangkan efektif untuk digunakan sebagai media pembelajaran fisika pada materi elastisitas.
4. Hasil belajar terintegrasi rata-rata sebesar 73, 74, dan 79 sehingga berkategori baik.

### Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran untuk perbaikan pada penelitian yang berikutnya yaitu:

1. Jika alat praktikum yang digunakan sebagai media berjumlah terbatas maka perlu dipertimbangkan alokasi waktu serta isi materi agar pengaturan pembelajaran lebih efisien.
2. Pada percobaan penentuan konstanta pegas secara dinamis masih banyak ditemukan paralaks dan kesulitan untuk memperoleh sistem yang bergerak harmonis dan linier sehingga percobaan yang dilakukan masih terbatas, maka perlu perbaikan lebih lanjut pada konstruksi dan desain untuk mengurangi kesalahan paralaks yang ada dengan meninjau lebih jauh konsep dan materi terkait.

### DAFTAR PUSTAKA

- UNESCO. 2015. *The Education For All (EFA) Global Monitoring Report 2000-2015: Achievements and Challenges*. Second edition. France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Kemenag. 2013. *HARDIKNAS, Kualitas Pendidikan Indonesia Rangking 67 dari 127 Negara*, (Online), (<http://sulut.kemenag.go.id>), diakses : 1 Oktober 2015).
- Kemendikbud. 2013. *Salinan Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No.81A Tahun 2013 tentang Implementasi Kurikulum*. Jakarta: Depdikbud.
- Kelly, S. Graham. 2012. *Mechanical Vibrations: Theory and Applications*. S1 Edition. USA: Cengage Learning.
- Serway, Raymond A. dan Jewett, John W. 2009. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Penerbit Salemba Teknika.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung : Alfabeta.
- Suharsimi A. 2010. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.